

ВВЕДЕНИЕ

Геология — комплекс наук о составе, строении, истории развития Земли, движениях земной коры и размещении в недрах Земли полезных ископаемых. Основным объектом изучения, исходя из практических задач человека, является земная кора.

Геология входит в число основных естественных наук и в самостоятельную ветвь естествознания выделилась в XVIII — начале XIX века. К числу основоположников научной геологии правомерно относят великого русского ученого М.В. Ломоносова, а из зарубежных — Д. Геттона, Ч. Ляйеля и др.

В течение XIX века в геологии формируются самостоятельные научные дисциплины, имеющие в качестве объектов изучения отдельные геологические феномены. В частности, в России в развитие минералогии и петрографии свой весьма значительный вклад внесли В.М. Севергин, А.Н. Заварицкий, А.Е. Ферсман. Создание исторической и динамической геологии тесно связано с именами В.А. Обручева, И.В. Мушкетова, А.П. Павлова, А.Д. Архангельского, Н.М. Страхова.

К концу XIX века наступило время формирования таких молодых отраслей геологии, как гидрогеология и инженерная геология. Основной причиной их возникновения стало активное освоение под строительство новых территорий, необходимость промышленных запасов воды. Главную роль в становлении этих дисциплин сыграли научные труды Ф.П. Саваренского, М.М. Филатова, В.В. Охотина, а из зарубежных — К. Терцаги.

В настоящее время геология является типичной естественной наукой, обладающей комплексным характером и состоящей более чем из двадцати научных дисциплин, например, таких как стратиграфия, тектоника, минералогия, петрография, литология, сейсмология, палеонтология, геокриология, учение о полезных ископаемых, геофизика, инженерная геология и гидрогеология и др.

В учебнике основное внимание сосредоточено на тех геологических дисциплинах, которые в той или иной мере связаны с вопросами строительства. Это **минералогия и петрография** — науки о минералах и горных породах; **динамическая геология** — учение о процессах, проис-

ходящих на поверхности и в недрах Земли; **историческая геология**, которая изучает историю развития Земли; **гидрогеология** — наука о подземных водах; **геоморфология** — дисциплина, изучающая развитие рельефа поверхности земной коры.

В последние десятилетия особое развитие получила **инженерная геология** — наука, изучающая свойства горных пород (грунтов), природные геологические и техногенно-геологические (инженерно-геологические) процессы в верхних горизонтах земной коры в связи со строительной деятельностью человека.

Становление инженерной геологии, как самостоятельной отрасли геологии, проходило в несколько этапов: первый этап, относящийся к концу XIX и первой трети XX века, характеризуется, в первую очередь, накоплением опыта использования геологических данных для строительства различных объектов, но особую роль при этом сыграло массовое строительство железных дорог в промышленно развитых странах мира. В России, например, в то время прокладывали железнодорожные пути через Кавказский хребет, строилась Транссибирская магистраль. Протяженность полотен дорог, значительное количество мостов и переходов, станционных сооружений позволило строителям познакомиться с весьма различными геологическими условиями на обширных территориях. Геология впервые стала находить практическое применение в решении конкретных строительных задач.

На втором этапе, во второй трети XX века инженерная геология утвердилась как самостоятельная наука и стала необходимой и во многом неотъемлемой частью строительного производства. Инженеры-геологи приобрели необходимый опыт и разработали методики оценки свойств горных пород (грунтов) не только качественно, но и, что особенно важно для проектирования объектов, количественно. Появились нормы и технические условия на строительство в различных, в том числе и весьма сложных геолого-климатических условиях и при развитии опасных природных процессов (вечная мерзлота, сейсмические районы, лессовые просадочные грунты, оползнеопасные районы и т. п.). Начали функционировать специализированные инженерно-геологические изыскательские организации, оснащенные необходимым оборудованием, приборами и высококвалифицированными кадрами. Появились первые научные монографии по инженерной геологии (Н.В. Бобков, 1931 г., Н.Н. Маслов, 1934 г. и др.). Чрезвычайную роль в становлении инженерной геологии как науки сыграл труд Ф.П. Саваренского «Инженерная геология», в котором были обоснованы главные закономерности, определены методы и задачи инженерной геологии. В последующие десятилетия на развитие инженерной геологии важнейшее влияние оказали российские ученые — И.В. Попов, В.А. Приклонский, Н.Я. Денисов, Н.В. Коломенский, Е.М. Сергеев, В.Д. Ломтадзе, Л.Д. Белый и др.

Последняя треть XX века является важнейшим этапом в развитии

инженерной геологии, которая превратилась в самостоятельный весьма обширный раздел комплекса наук о Земле, способный решать сложнейшие задачи, обеспечивая строительство объектов в различных, в том числе самых трудных и неблагоприятных геологических условиях. В современных условиях инженерная геология изучает геологическую среду для целей строительства и для обеспечения ее рационального использования и охраны от неблагоприятных для человека процессов и явлений. Значительную роль в развитии инженерной геологии на данном этапе играют работы В.И. Осипова, В.П. Ананьева, В.Т. Трофимова, Г.К. Бондарика, И.С. Комарова, Г.С. Золотарева и других современных ученых. Развитие строительной деятельности и связанная с ним эволюция инженерной геологии приводит в настоящее время к сближению ее с комплексом экологических наук. Современная инженерная геология базируется на знаниях в области как естественных наук, таких как физика, химия, высшая математика, биология, экология, география, астрономия, так и прикладных — гидравлика, геодезия, климатология, информатика и др.

Инженерная геология в классическом представлении включает три главные самостоятельные, тесно связанные между собой научные направления, изучающие три главных элемента геологической среды:

- грунтоведение — горные породы (грунты) и почвы;
- инженерная геодинамика — природные и антропогенные геологические процессы и явления;
- региональная инженерная геология — строение и свойства геологической среды определенной территории.

Кроме того, в состав современной инженерной геологии входят многие специальные разделы, имеющие уровень самостоятельных наук: механика грунтов; механика скальных пород; инженерная гидрогеология; инженерная геофизика; геокриология (мерзлотоведение). Интенсивно развивается морская инженерная геология, а также комплексная дисциплина по охране природной среды, основой которой является экология.

Главная цель инженерной геологии — изучение природной геологической обстановки местности до начала строительства, а также прогноз тех изменений, которые произойдут в геологической среде, и в первую очередь в породах, в процессе строительства и при эксплуатации сооружений. В современных условиях ни одно здание или сооружение не может быть спроектировано, построено и надежно эксплуатироваться (а в последствии может быть ликвидировано или реконструировано) без достоверных и полных инженерно-геологических материалов.

Все это определяет основные задачи, которые стоят перед инженерами-геологами в процессе изыскательских работ еще до начала проектирования объекта (при принятии решения о строительстве, об инвестировании проекта и т. п.), а именно:

- выбор оптимального (благоприятного) в геологическом отношении места (площадки, района) строительства данного объекта;
- выявление инженерно-геологических условий в целях определения наиболее рациональных конструкций фундаментов и объекта в целом, а также технологии производства строительных работ;
- выработка рекомендаций по необходимым мероприятиям и сооружениям инженерной защиты территорий и охране геологической среды при строительстве и эксплуатации сооружений.

Перед студентами строительных вузов, которые изучают инженерную геологию, стоят также вполне конкретные задачи. По завершению обучения они должны знать важнейшие законы и базовые понятия по общей геологии, гидрогеологии, грунтоведению, инженерной геодинамике, региональной инженерной геологии, владеть основными положениями нормативной литературы, таких как СНиП 11.02-96 «Инженерные изыскания для строительства», СНиП 2.01.15-90 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов», ГОСТ 25100-95 «Грунты» и др.; иметь представления о составе и порядке подготовки технического задания на инженерно-геологические изыскания, о составе программы инженерно-геологических изысканий, уметь квалифицированно анализировать материалы отчета по инженерно-геологическим изысканиям, принимать по этим данным точные инженерно-строительные решения, оценивать долговременное влияние построенных объектов на природную среду, а также то, как эта среда воздействует на нормальную эксплуатацию зданий и сооружений.

Сложный узел проблем, возникающих при взаимодействии современных строительных объектов с окружающей, в том числе и с геологической средой, определяет необходимость для инженера-строителя обладать знаниями в инженерной геологии, а для инженера-геолога — в области строительства. В настоящее время только такое «взаимопроникновение» позволяет грамотно и экологично решать все задачи при строительстве, эксплуатации, реконструкции и ликвидации строительных объектов.

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГРУНТЫ**Классификация**Soils. Classification

Дата введения – 1 января 2013

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на все грунты и устанавливает их классификацию, применяемую при производстве инженерных изысканий, проектировании и строительстве зданий и сооружений.

К наименованиям грунтов и их характеристикам, предусмотренным настоящим стандартом, допускается вводить дополнительные наименования и характеристики, если это необходимо для более детального подразделения грунтов с учетом природных условий района строительства и специфики отдельных видов строительства.

Дополнительные наименования и характеристики грунтов не должны противоречить классификации настоящего стандарта и должны основываться на частных классификациях, установленных в отраслевых и территориальных нормативных документах.

В настоящем стандарте грунт рассматривается как однородная по составу, строению и свойствам часть грунтового массива.

2 Нормативные ссылки

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 антропогенный грунт (синоним – антропогенно-образованный): Образовавшийся естественнoисторическим образом (культурные слои) или созданный человеком разными способами грунт, представленный отходами или продуктами его производственной и/или хозяйственной деятельности, являющимися компонентами геологической среды.

3.2

3.4 вещественный состав грунта: Химико-минеральный состав вещества твердых, жидких, газовых и биотических (живых) компонентов грунта.

3.5 водопроницаемость: Способность грунта фильтровать воду.

3.6 глинистый грунт: Связный грунт, состоящий в основном из пылеватых и глинистых (не менее 3 %) частиц, обладающий свойством пластичности ($I_p \geq 1 \%$).

3.7 гранулометрический состав грунта: Процентное содержание первичных (не агрегированных, отдельных) частиц различной крупности по фракциям, выраженное по отношению их массы к общей массе грунта.

3.8 грунт: Любые горные породы, почвы, осадки и техногенные образования, рассматриваемые как многокомпонентные динамические системы и часть геологической среды и изучаемые в связи с инженерно-хозяйственной деятельностью человека.

3.9 дисперсный грунт: Грунт, состоящий из совокупности твердых частиц, зерен, обломков и др. элементов, между которыми есть физические, физико-химические или механические структурные связи.

3.10 засоленность: Характеристика, определяемая количеством водорастворимых солей в грунте.

3.11 заторфованный грунт: Песчаный или глинистый грунт, содержащий в своем составе от 3 % (для песка) и от 5 % (для глинистого грунта) до 50 % (по массе) торфа.

3.12 ил: Современный нелигифицированный морской или пресноводный органо-минеральный осадок, содержащий более 3 % (по массе) органического вещества, как правило, имеющий текучую консистенцию $I_L > 1$, коэффициент пористости $e \geq 0,9$ и содержание частиц меньше 0,01 мм более 30 % (по массе)

3.13 **криогенная текстура:** Совокупность признаков сложения мерзлого грунта, обусловленная ориентацией, относительным расположением и распределением различных по форме и размерам ледяных включений и льда-цемента.

3.14 **криогенные структурные связи грунта:**

3.15 **крупнообломочный грунт:** Несвязный минеральный грунт, в котором масса частиц размером крупнее 2 мм составляет более 50 %.

3.16 **ледогрунт:** Грунт, содержащий в своем составе более 90 % льда.

3.17

3.19 **мерзлый грунт:** Грунт, имеющий отрицательную или нулевую температуру, содержащий в своем составе видимые ледяные включения и (или) лед-цемент, и характеризующийся криогенными структурными связями. Многолетнемерзлый грунт – грунт, находящийся в мерзлом состоянии постоянно в течение трех и более лет. Сезонномерзлый грунт – грунт, находящийся в мерзлом состоянии периодически в течение холодного сезона.

3.20 **минеральный грунт:** Грунт, состоящий из неорганических веществ.

3.21 **морозный грунт:** Скальный грунт, имеющий отрицательную температуру и не содержащий в своем составе лед и незамерзшую воду.

3.22 **набухающий грунт:** Грунт, увеличивающий свой объем при замачивании водой и имеющий относительную деформацию набухания $\varepsilon_{sw} \geq 0,04$ (в условиях свободного набухания) или развивающий давление набухания (в условиях ограниченного набухания).

3.23 **несвязный грунт**: Дисперсный грунт, обладающий механическими структурными связями и сыпучестью в сухом состоянии.

3.24 **органическое вещество**: Органические соединения, входящие в состав грунта.

3.25 **органо-минеральный грунт**: Грунт, содержащий от 3 % до 50 % (по массе) органического вещества.

3.26 **органический грунт** – грунт, содержащий 50 % (по массе) и более органического вещества.

3.27 **охлажденный грунт**: Засоленный грунт, отрицательная температура которого выше температуры начала его замерзания.

3.28 **песчаный грунт (песок)**: Несвязный минеральный грунт, в котором масса частиц размером 0,05 - 2 мм составляет более 50 % и число пластичности $I_p < 1\%$.

3.29 **пластичномерзлый грунт**: Дисперсный грунт, сцементированный льдом, обладающий вязко-пластичными свойствами и сжимаемостью под внешней нагрузкой.

3.30 **потенциал разжижения грунта (F_L)**: Показатель, имеющий смысл коэффициента запаса прочности грунта и представляющий собой отношение критического значения касательного напряжения, вызывающего разжижение грунта при данном уровне сжимающих напряжений и длительности воздействия, к значению максимальных касательных напряжений, возникающих в грунте при прогнозируемом землетрясении. Оценивается по данным полевых и

лабораторных испытаний и зависит от свойств грунта и параметров сейсмического воздействия с заданным уровнем повторяемости.

3.31 почва: Поверхностный слой дисперсного грунта, состоящий из неорганического и органического вещества и обладающий плодородием.

3.32 промороженный грунт: Искусственно замороженный грунт.

3.33 просадочный грунт: Грунт, который под действием нагрузки, соответствующей весу вышележащей толщии грунта, при замачивании водой претерпевает вертикальную деформацию (просадку) и имеет относительную деформацию просадки $\epsilon_{st} \geq 0,01$.

3.34 пучинистый грунт: Дисперсный грунт, который при переходе из талого состояния в мерзлое увеличивается в объеме вследствие образования льда.

3.35 разжижение: Переход водонасыщенного дисперсного грунта в текучее (пывунное) состояние под внешним воздействием (статическим, динамическим, фильтрационным). Процесс разжижения включает стадии разрушения структурных связей, течения и последующего уплотнения грунта.

3.36 сапрпель: Современный нелитифицированный органо-минеральный или органический осадок пресноводных застойных водоемов (или погребенный осадок), содержащий более 10 % (по массе) органического вещества, имеющий, как правило, коэффициент пористости $e > 3$ и текучепластичную или текучую консистенцию.

3.37 связный грунт: Дисперсный грунт с физическими и физико-химическими структурными связями.

3.38 **скальный грунт**: Грунт, имеющий жесткие структурные связи кристаллизационного и/или цементационного типа.

3.39 **структура грунта**: Пространственная организация, определяемая размером, формой, характером поверхности, количественным соотношением структурных элементов грунта и характером связи между ними.

3.40 **сыпучемерзлый грунт**: Крупнообломочный и песчаный грунт, имеющий отрицательную температуру, но не сцементированный льдом.

3.41 **твердомерзлый грунт**: Дисперсный грунт, прочно сцементированный льдом, характеризуемый относительно хрупким разрушением, практически несжимаемый под внешней нагрузкой.

3.42 **текстура грунта**: Строение, обусловленное ориентацией и пространственной организацией структурных элементов грунта.

3.43 **температура начала замерзания, T_{bf}** : Температура, °С, при которой в порах грунта появляется лед.

3.44 **техногенный грунт**: Грунт, измененный, перемещенный или образованный в результате инженерно-хозяйственной деятельности человека.

3.45 **техногенно измененный в условиях естественного залегания грунт**: Природный грунт, подвергнутый различному по природе техногенному воздействию (химическому, физическому, физико-химическому, биологическому и т.п.) на месте его залегания.

3.46 техногенно перемещенный (переотложенный) грунт: Природный грунт, перемещенный тем или иным искусственным способом с места его естественного залегания и подвергнутый при этом частичному преобразованию.

3.47 торфяной грунт (торф): Органический грунт, содержащий в своем составе 50 % (по массе) и более органического вещества, представленного растительными остатками и гумусом.

3.48 трещиноватость скального массива: Особенность строения скального массива, обусловленная наличием трещин разного происхождения, размера, формы, направления, с различными заполнителями.

4 Общие положения

4.1 Классификация грунтов включает следующие таксономические единицы, выделяемые по группам признаков:

- класс (подкласс) – по природе структурных связей;
- тип (подтип) – по генезису;
- вид (подвид) – по вещественному, петрографическому или литологическому составу;
- разновидности – по количественным показателям состава, строения, состояния и свойств грунтов.

4.2 Наименования грунтов должны содержать сведения об их геологическом возрасте в соответствии с местными стратиграфическими схемами, принятыми в установленном порядке.

4.3 В характеристики грунтов по разновидностям, предусмотренные настоящим стандартом, допускается вводить дополнения и изменения в случаях появления новых критериев выделения разновидностей грунтов по результатам научно-технических разработок.

5 Классификация

Грунты подразделяют на следующие классы: скальные (см. таблицу 1), дисперсные (см. таблицу 2) и мерзлые (см. таблицу 3).

Основные показатели свойств грунтов приведены в приложении А.

5.1 Класс скальных грунтов

К классу скальных грунтов относятся грунты, обладающие жесткими структурными связями (кристаллизационными и цементационными).

По генезису и вещественному составу в классе скальных грунтов выделяют, соответственно, типы (подтипы), виды и подвиды, представленные в таблице 1. Разновидности скальных грунтов выделяют по количественным показателям их вещественного состава, строения, состояния и свойств в соответствии с разделом Б.1 приложения Б, разделом В.1 приложения В. Классификация массивов скальных грунтов приведена в приложении Г.

5.2 Класс дисперсных грунтов

К классу дисперсных грунтов относятся грунты, обладающие физическими, физико-химическими или механическими структурными связями.

Грунты с механическими структурными связями выделяют в подкласс несвязных (сыпучих) грунтов, а грунты с физическими и физико-химическими структурными связями - в подкласс связных грунтов.

По генезису и вещественному составу в классе дисперсных грунтов выделяют, соответственно, типы и подтипы, виды и подвиды, представленные в таблице 2. Разновидности дисперсных грунтов выделяют по количественным показателям их вещественного состава, строения, состояния и свойств в соответствии с разделом Б.2 приложения Б и разделом В.2 Приложения В.

5.3 Класс мерзлых грунтов

К классу мерзлых грунтов относятся грунты, обладающие наряду со структурными связями немерзлых грунтов криогенными связями (за счет льда).

Грунты с криогенными, кристаллизационными и цементационными структурными связями выделяют в подкласс скальных мерзлых грунтов; грунты с криогенными, физическими и физико-химическими структурными связями – в подкласс дисперсных мерзлых грунтов; грунты только с криогенными связями выделяют в подкласс ледяных грунтов.

По генезису и вещественному составу в классе мерзлых грунтов выделяют, соответственно, типы и подтипы, виды и подвиды, представленные в таблице 3. Разновидности природных мерзлых грунтов выделяют по количественным показателям их вещественного состава, строения, состояния и свойств в соответствии с разделом Б.3 приложения Б.

6 Обозначения

6.1 Основные буквенные обозначения характеристик грунтов, используемые в настоящем стандарте, приведены в приложении Ж.

ГОСТ 25100-2011

Т а б л и ц а 1 - Скальные грунты

Класс	Тип (подтип)	Вид		Подвид *	Разновидности
Скальные	Магматические (интрузивные)	Силикатные	ультраосновные	Перидотиты, дуниты, пироксениты и др.	Выделяют в соответствии с разделом Б.1 приложения Б, разделом В.1 приложения В и приложением Г
			основные	Габбро, нориты, анортозиты, диабазы, долериты и др.	
			средние	Диориты, сиениты и др.	
			кислые	Граниты, гранодиориты, кварцевые, сиениты, порфиры и др.	
	Магматические (эффузивные)	Силикатные	ультраосновные	Пикриты, коматииты и др.	
			основные	Базальты, долериты, порфириты и др.	
			средние	Андезиты, трахиты и др.	
			кислые	Риолиты, дациты и др.	
	Метаморфические	Силикатные	Гнейсы, сланцы, кварциты, роговики, скарны, грейзены, березиты, пропилиты, вторичные кварциты, гидротермально-измененные грунты и др.		
		Карбонатные	Мраморы и др.		
		Железистые	Железные руды, джеспилиты и др.		
		Органо-минеральные	Горючие сланцы, антрациты и др.		
	Осадочные	Силикатные	Песчаники, конгломераты, аргиллиты, алевролиты, сцементированные глины и др.		
		Карбонатные	Известняки, доломиты, мел, мергели и др.		
		Кремнистые	Опоки, диатомиты и др.		
		Сульфатные	Гипсы, ангидриты и др.		
		Галоидные	Галиты и др.		
		Органо-минеральные	Бурые угли, битуминозные известняки и др.		
	Вулканогенно-осадочные	Силикатные	Туфопесчаники, туфоалевролиты, туфоаргиллиты, туффиты, вулканические туфы, кластолавы, лавовые брекчии и др.		
		Хемогенно-силикатные	Туфопесчаники, туфоалевролиты, туфоаргиллиты, туффиты, вулканические туфы, кластолавы, лавовые брекчии и др.		
Элювиальные	Минеральные	Скальные грунты трещинных зон коры выветривания			
Техногенные	Все виды техногенно измененных природных и антропогенно образованных скальных грунтов и преобразованных дисперсных грунтов с приобретенными цементационными связями		Все подвиды техногенно измененных природных и антропогенно образованных скальных грунтов и преобразованных дисперсных грунтов с приобретенными цементационными связями		

* Приведены наименования наиболее распространенных грунтов

Т а б л и ц а 2 - Дисперсные грунты

Класс	Подкласс	Тип	Подтип	Вид	Подвид	Разновидности
Дисперсные	Несвязные	Осадочные	Флювиальные, ледниковые, эоловые, склоновые и др.	Минеральные	Крупнообломочные грунты Пески	Выделяют в соответствии с разделом Б.2 приложения Б и разделом В.2 приложения В
				Органо-минеральные	Заторфованные пески	
		Вулканогенно-осадочные	Вулканогенно-осадочные, осадочно-вулканогенные, пирокластические	Минеральные	Вулканогенно-обломочные грунты Вулканические пески, пеплы	
		Элювиальные	Образованные в результате выветривания: физического, физико-химического, химического, биологического	Минеральные и органо-минеральные	Крупнообломочные грунты и пески обломочных и дисперсных зон коры выветривания и почвы	
		Техногенные	Техногенно измененные в условиях естественного залегания природные грунты	Все виды техногенно измененных природных несвязных грунтов	Все подвиды техногенно измененных природных несвязных грунтов	
				Техногенно перемещенные природные грунты	Все подвиды техногенно измененных природных несвязных грунтов	
	Антропогенно образованные грунты			Различные подвиды антропогенных грунтов		
	Связные	Осадочные	Флювиальные, ледниковые, эоловые, склоновые и др.	Минеральные	Глинистые грунты	
				Органо-минеральные	Илы Сапропели Заторфованные глинистые грунты и др.	
				Органические	Торфы Сапропели и др.	
		Озерно-болотные, болотные, аллювиально-болотные и др.				

ГОСТ 25100-2011

Окончание таблицы 2

Класс	Подкласс	Тип	Подтип	Вид	Подвид	Разновидности
		Элювиальные	Образованные в результате выветривания: физического, физико-химического, химического, биологического	Минеральные и органико-минеральные	Глинистые грунты дисперсных зон коры выветривания и почвы	
		Техногенные	Техногенно измененные в условиях естественного залегания природные грунты	Все виды техногенно измененных природных связных грунтов	Все подвиды техногенно измененных природных связных грунтов	
			Техногенно перемещенные природные грунты	Все виды техногенно измененных природных связных грунтов	Все подвиды техногенно измененных природных связных грунтов	
			Антропогенно образованные грунты	Различные виды антропогенных грунтов	Различные подвиды антропогенных грунтов	

Т а б л и ц а 3 - Мерзлые грунты

Класс	Подкласс	Тип	Подтип	Вид	Подвид	Разновидности
Мерзлые	Скальные мерзлые	Природные промерзшие	Интрузивные, эффузивные, метаморфические, осадочные, вулканогенно-осадочные, элювиальные	Все виды скальных грунтов	Все подвиды скальных грунтов	Выделяют в соответствии с разделом Б.3 приложения Б
		Техногенные замороженные и мерзлые	Природные грунты, техногенно измененные в условиях естественного залегания	Все виды техногенно измененных природных скальных грунтов	Все подвиды техногенно измененных природных скальных грунтов	
	Дисперсные мерзлые	Природные промерзшие	Осадочные, вулканогенно-осадочные, элювиальные	Все виды дисперсных грунтов	Все подвиды дисперсных грунтов	
		Техногенные замороженные и мерзлые	Природные грунты, техногенно измененные в условиях естественного залегания	Все виды техногенно измененных природных дисперсных грунтов	Все подвиды техногенно измененных природных дисперсных грунтов	
			Техногенно перемещенные природные мерзлые грунты			
	Антропогенные замороженные и мерзлые грунты					
	Ледяные	Льды конституционные: внутригрунтовые, погребенные, пещерно-жильные	Сегрегационные, инъекционные, ледниковые, наледные, речные, озерные, морские, донные, инфильтрационные, жильные, повторно-жильные, пещерные	Льды	Льды разного состава	
		Техногенные – ледяные искусственные	Антропогенные намороженные льды	Ледогрунты	Ледогрунты разного состава	
				Все виды намороженных льдов	Все подвиды искусственных льдов разного состава	

Приложение А
(обязательное)

Основные показатели свойств грунтов

А.1 А.2 Коэффициент водонасыщения S_r , д. е., определяют по формуле

$$S_r = \frac{w \rho_s}{e \rho_w}, \quad (\text{А.1})$$

где w — природная влажность грунта, д. е. (ГОСТ 5180);

e — коэффициент пористости, д.е.;

ρ_s — плотность частиц грунта, г/см³ (ГОСТ 5180);

ρ_w — плотность воды, принимаемая равной 1 г/см³.

А.3 Коэффициент выветрелости K_{wr} , д. е., определяют по формуле

$$K_{wr} = \frac{\rho_B}{\rho_{НВ}}, \quad (\text{А.2})$$

где ρ_B - плотность выветрелого грунта, г/см³ (ГОСТ 5180);

$\rho_{НВ}$ - плотность неветрелого грунта, г/см³ (ГОСТ 5180).

А.4 Коэффициент выветрелости крупнообломочного грунта K_{wrt} , д. е.,
определяют по формуле

$$K_{wrt} = \frac{K_1 - K_0}{K_1}, \quad (\text{А.3})$$

где K_1 — отношение массы частиц размером менее 2 мм к массе частиц размером более 2 мм после испытания грунта на истирание в полочном барабане;

K_0 — отношение массы частиц размером менее 2 мм к массе частиц размером более 2 мм грунта в природном состоянии.

А.5 Коэффициент истираемости крупнообломочных грунтов K_{fr} , д. е.,

определяют по формуле

$$K_{fr} = \frac{q_1}{q_0}, \quad (\text{А.4})$$

где q_1 – масса частиц размером менее 2 мм после испытания крупнообломочных фракций грунта (частицы размером более 2 мм) на истирание в полочном барабане;

q_0 – начальная масса пробы крупнообломочных фракций (до испытания на истирание).

А.6 Коэффициент пористости e , д. е., определяют по формуле

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d}, \quad (\text{А.5})$$

где ρ_s – плотность частиц грунта, г/см³ (ГОСТ 5180);

ρ_d – плотность сухого грунта, г/см³.

А.7 Коэффициент размягчаемости в воде K_{sof} , д. е., определяют по формуле

$$K_{sof} = \frac{R_c}{R_{ec}}, \quad (\text{А.6})$$

где R_c , R_{ec} – предел прочности грунта на одноосное сжатие соответственно в водонасыщенном и в воздушно-сухом состоянии (ГОСТ 12248).

А.8

А.10 Коэффициент фильтрации K_f , см/с или м/сут – скорость фильтрации воды через грунт при градиенте напора, равном единице, и линейном законе фильтрации (ГОСТ 25584).

ГОСТ 25100-2011

А. А.12 **Льдистость грунта за счет видимых ледяных включений i_i** , д. е., определяют по формуле

$$i_i = \frac{\rho_s (w_{tot} - w_m)}{\rho_i + \rho_s (w_{tot} - 0,1 w_w)}, \quad (\text{А.7})$$

где w_{tot} – суммарная влажность мерзлого грунта, д. е. (ГОСТ 5180);

w_m – влажность мерзлого грунта, расположенного между ледяными включениями, д. е.;

w_w – влажность мерзлого грунта за счет содержащейся в нем при данной отрицательной температуре незамерзшей воды, д. е.;

ρ_s – плотность частиц грунта, г/см³ (ГОСТ 5180);

ρ_i – плотность льда, принимаемая равной 0,9 г/см³.

А.13 **Относительная деформация набухания без нагрузки ε_{sw}** , д. е., – отношение увеличения высоты образца глинистого грунта при замачивании после свободного набухания в условиях невозможности бокового расширения к начальной высоте образца природной влажности (ГОСТ 12248).

А.14 **Относительная деформация просадочности ε_{sl}** , д. е. – отношение разности высоты образца грунта природной влажности и высоты образца после его замачивания при заданном давлении (давление вышележащего грунта плюс давление от сооружения) к высоте образца природной влажности (ГОСТ 23161).

А.15 **Относительное содержание органического вещества I_r** , д. е. – отношение массы органического вещества к массе абсолютно сухого грунта (ГОСТ 23740 и ГОСТ 26213).

А.16 Плотность сухого грунта (скелета) ρ_d , г/см³, определяют по формуле

$$\rho_d = \frac{\rho}{1+w}, \quad (\text{А.8})$$

где ρ – плотность грунта, г/см³ (ГОСТ 5180);

w – естественная влажность грунта, % (ГОСТ 5180).

А.17 Показатель качества породы RQD , %, – отношение суммарной длины сохранных (неразрушившихся) кусков керна длиной более 10 см к длине пробуренного интервала в скважине.

А.18 Показатель текучести I_L , д.е. – показатель состояния (консистенции) глинистых грунтов, определяют по формуле

$$I_L = \frac{w - w_p}{I_p}, \quad (\text{А.9})$$

где w – естественная влажность грунта, % (ГОСТ 5180);

w_p – влажность на границе раскатывания, % (ГОСТ 5180);

I_p – число пластичности, %, (см. А.31).

А.19 Показатель чувствительности грунта S_t , д.е. – отношение сопротивления недренированному сдвигу глинистых грунтов ненарушенного (c_u) и нарушенного сложения (c_{ur}) или отношение сопротивления грунта вращательному срезу (τ_{\max}) к его остаточному сопротивлению (τ_{\min}), определяют по формулам:

$$S_t = \frac{c_u}{c_{ur}} \quad \text{или} \quad S_t = \frac{\tau_{\max}}{\tau_{\min}}. \quad (\text{А.10})$$

А.20 Пористость грунта n , %, определяют по формуле

$$n = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s} \times 100, \quad (\text{A.11})$$

где ρ_s – плотность частиц грунта, г/см³ (ГОСТ 5180);

ρ_d – плотность сухого грунта, г/см³.

А.21 Предел прочности грунта на одноосное сжатие R_c , МПа – отношение нагрузки, при которой происходит разрушение образца, к площади его первоначального поперечного сечения (ГОСТ 12248).

А.22 Сопротивление недренированному сдвигу c_u , кПа – величина, определяемая по результатам недренированных лабораторных или полевых испытаний глинистых грунтов (трехосные испытания, пенетрация, вращательный срез, зондирование и др.).

А.23 Степень засоленности грунта D_{sal} , % – отношение массы водорастворимых солей в грунте к массе абсолютно-сухого грунта.

А.24 Степень заполнения пор льдом и незамерзшей водой S_r , д. е., определяют по формуле

$$S_r = \frac{(1,1w_{ic} + w_w)\rho_s}{e_f \rho_w}, \quad (\text{A.12})$$

где w_{ic} – влажность мерзлого грунта, рассчитанная по содержанию порового льда, цементирующего минеральные частицы (лед-цемент), д. е., определяют по формуле: $w_{ic} = w_m - w_w$;

w_w – влажность мерзлого грунта, рассчитанная по содержанию незамерзшей воды при отрицательной температуре, д. е.;

w_m – влажность мерзлого грунта, расположенного между ледяными включениями, д. е.;

ρ_s – плотность частиц грунта, г/см³ (ГОСТ 5180);

e_f – коэффициент пористости мерзлого грунта;

ρ_w – плотность воды, принимаемая равной 1, г/см³.

А.25 Степень неоднородности гранулометрического состава C_u , д.е., определяют по формуле

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}, \quad (\text{A.13})$$

где d_{60} , d_{10} – диаметры частиц, меньше которых в грунте содержится соответственно 60 % и 10 % (по массе) частиц, мм.

А.26 Степень плотности песков I_D , д.е., определяют по формуле

$$I_D = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}}, \quad (\text{A.14})$$

где e – коэффициент пористости при искусственном сложении, д.е.;

e_{\min} – коэффициент пористости в предельно-плотном сложении, д.е. [5];

e_{\max} – коэффициент пористости в предельно-рыхлом сложении, д.е. [5].

А.27 Степень морозной пучинистости ε_{fh} , %, определяют по формуле (ГОСТ 28622)

$$\varepsilon_{fh} = \frac{h_{0,f} - h_0}{h_0} \times 100, \quad (\text{A.15})$$

где $h_{0,f}$ – высота образца промерзшего грунта, см;

h_0 – начальная высота образца грунта, см.

ГОСТ 25100-2011

А.28 А.29 А.30 Суммарная льдистость мерзлого грунта i_{tot} , д. е., определяют по формуле

$$i_{tot} = i_i + i_{ic} = \frac{\rho_f (w_{tot} - w_w)}{\rho_i (1 + w_{tot})}, \quad (\text{A.16})$$

где i_i – то же, что и в А.12;

i_{ic} – льдистость грунта за счет льда-цемента (порового льда), д. е.;

w_{tot} – суммарная влажность мерзлого грунта, д. е. (ГОСТ 5180);

ρ_i – плотность льда, принимаемая равной 0,9 г/см³;

ρ_s – плотность частиц грунта, г/см³ (ГОСТ 5180);

ρ_f – плотность мерзлого грунта, г/см³ (ГОСТ 5180);

w_w – влажность мерзлого грунта за счет незамерзшей воды, д. е.

А.31 Число пластичности I_p , % , определяют по формуле

$$I_p = w_L - w_P, \quad (\text{A.17})$$

где w_L – влажность на границе текучести, % (ГОСТ 5180);

w_P – влажность на границе раскатывания, % (ГОСТ 5180).

Приложение Б
(обязательное)

Разновидности грунтов (обязательные частные классификации)

Б. 1 Разновидности скальных грунтов

Б.1.1 По пределу прочности на одноосное сжатие R_c в водонасыщенном состоянии (ГОСТ 12248) скальные грунты подразделяют согласно таблице Б.1.

Т а б л и ц а Б.1

Разновидность грунтов	Предел прочности на одноосное сжатие R_c , МПа
Скальные:	
Очень прочные	$R_c \geq 120$
Прочные	$120 > R_c \geq 50$
Средней прочности	$50 > R_c \geq 15$
Малопрочные	$15 > R_c \geq 5$
Полускальные:	
Пониженной прочности	$5 > R_c \geq 3$
Низкой прочности	$3 > R_c \geq 1$
Очень низкой прочности	$R_c < 1$

Б.1.2 По плотности сухого (скелета) грунта ρ_d скальные грунты подразделяют согласно таблице Б.2.

Б.1.4 По коэффициенту выветрелости K_{wr} скальные грунты подразделяют согласно таблице Б.4.

Т а б л и ц а Б.4

Разновидность грунтов	Коэффициент выветрелости скальных грунтов K_{wr} , д. е.
Слабовыветрелый	$0,9 \leq K_{wr} < 1$
Средневыветрелый	$0,8 \leq K_{wr} < 0,9$
Сильновыветрелый	$K_{wr} < 0,80$

Б.1.5 По коэффициенту размягчаемости в воде K_{sof} скальные грунты подразделяют согласно таблице Б.5.

Т а б л и ц а Б.5

Разновидность грунтов	Коэффициент размягчаемости K_{sof} , д. е.
Неразмягчаемый	$K_{sof} \geq 0,75$
Размягчаемый	$K_{sof} < 0,75$

Б. 2 Разновидности дисперсных грунтов

Б.2.1 По размерам слагающие дисперсный грунт элементы и их фракции подразделяют согласно таблице Б.8.

Т а б л и ц а Б.8